I GRUPPI DI CONTINUITÀ

Per compensare le imprevedibili fluttuazioni di tensione presenti sulla rete di distribuzione dell'energia elettrica sono stati studiati e sviluppati i gruppi di continuità, che sono diventati degli elementi complementari decisamente consigliabili, e a volte indispensabili, per chi utilizza apparecchiature alimentate tramite rete.

Quante volte, mentre si lavora sul proprio personal computer, capita che improvvisamente l'apparecchiatura si spenga perché viene a mancare la "corrente" che la alimenta, con relativa arrabbiatura ed elencazione di "improperi" certamente non pubblicabili in queste pagine. Nella maggior parte dei casi, se non si sono prese le opportune misure preventive, si perdono moltissime informazioni, con corrispondente spreco di tempo e di denaro.
Eseguire periodicamente delle copie di sicurezza (backup) è senza dubbio un buon metodo di lavoro, ma quando si verificano i temutissimi blackout

Eseguire copie di sicurezza periodiche dei propri dati (backup) è sicuramente un buon metodo di lavoro

Un GdC è un dispositivo che viene collegato tra la rete elettrica tradizionale e l'apparecchiatura che si desidera proteggere

Un blocco della fornitura elettrica può causare una perdita di dati importanti

una parte dell'informazione, grande o piccola che sia, viene comunque irrimediabilmente persa. Non è necessario sottolineare che l'esempio del personal computer può essere esteso a qualsiasi altro tipo di apparecchiatura che richiede una alimentazione di tipo elettrico. Le conseguenze sono sempre molto negative.
Per evitare questi inconvenienti è disponibile in commercio una gamma completa di dispositivi che consente di prevenire i possibili danni provocati dall'irregolarità della fornitura dell'energia elettrica, o che almeno concede il tempo necessario per prendere tutte le misure di sicurezza opportune.
Questi dispositivi sono conosciuti come *Gruppi di Continuità (GdC)*, o con il loro nome anglosassone di *Uninterruptable Power Supply (UPS)*.
In questo capitolo vengono analizzati questi dispositivi, che si stanno sempre più diffondendo, e vengono definiti i loro parametri più caratteristici e le applicazioni più tipiche per fornire una panoramica quanto più completa possibile delle diverse possibilità che offrono.

Un GdC viene collegato tra la rete e il carico critico

Compiti del Gruppo di Continuità

Come dice il nome stesso, un Gruppo di Continuità è una apparecchiatura in grado di fornire autonomamente, quando si verifica un blackout, l'energia elettrica necessaria per garantire il funzionamento normale delle apparecchiature ad esso collegate.
In pratica, un Gruppo di Continuità è un dispositivo che viene collegato tra la rete di alimentazione e l'apparecchiatura che si vuole proteggere dai black out, definita comunemente *carico critico.*

Problemi di rete

Anche se L'ENEL cerca con grande impegno di evitare queste situazioni, in realtà la fornitura elettrica presenta comunque delle fluttuazioni. Anche se forse è la più classica, il blocco della fornitura dell'energia elettrica non è l'unica alterazione che si può verificare. Cadute di tensione del 5÷15 per cento rispetto al valore della tensione nominale, anche se di brevissima durata, provocati dal collegamento alla rete di grandi carichi che richiedono una elevata potenza di spunto, e alterazioni di bassa frequenza per periodi di tempi variabili sono degli esempi reali di queste situazioni.
La maggior parte delle apparecchiature elettroniche, e soprattutto quelle informatiche, non possono tollerare questo tipo di perturbazioni sulla loro alimentazione, poiché si potrebbero verificare i problemi indicati precedentemente.
Per questo motivo è consigliabile avere a disposizione un Gruppo di Continuità (GdC) che le protegga e prevenga queste situazioni.

Struttura fondamentale di un GdC

La struttura fondamentale di un GdC può essere suddivisa in quattro blocchi principali:
- *il raddrizzatore/carica batterie,*

- *l'invertitore,*
- *le batterie,*
- *il "by-pass".*

Nella figura corrispondente è rappresentato in modo schematico il diagramma a blocchi di un GdC, nel quale sono evidenziati gli elementi indicati.

Di seguito verrà analizzato il funzionamento di ciascun elemento e il suo compito all'interno di un sistema completo.

Il primo blocco svolge la doppia funzione di raddrizzatore e di circuito di carica per le corrispondenti batterie. Il compito del raddrizzatore è quello di trasformare la corrente alternata fornita dalla rete elettrica in corrente continua. Come circuito di carica assolve invece la funzione di ricarica in modo costante e continuo delle batterie del GdC.

Il secondo blocco di un GdC è l'invertitore. Il suo compito è quello di realizzare la funzione opposta a quella del raddrizzatore. Infatti, deve trasformare la corrente continua in una corrente alternata stabilizzata sia in tensione che in frequenza, che serve per alimentare il carico critico (personal computer) in caso di necessità. Le batterie rappresentano gli elementi nei quali viene immagazzinata l'energia durante i periodi in cui la fornitura elettrica avviene regolarmente; quando si verifica qualche anomalia hanno invece il compito di fornire al carico critico, per un periodo di tempo determinato, l'energia precedentemente immagazzinata.

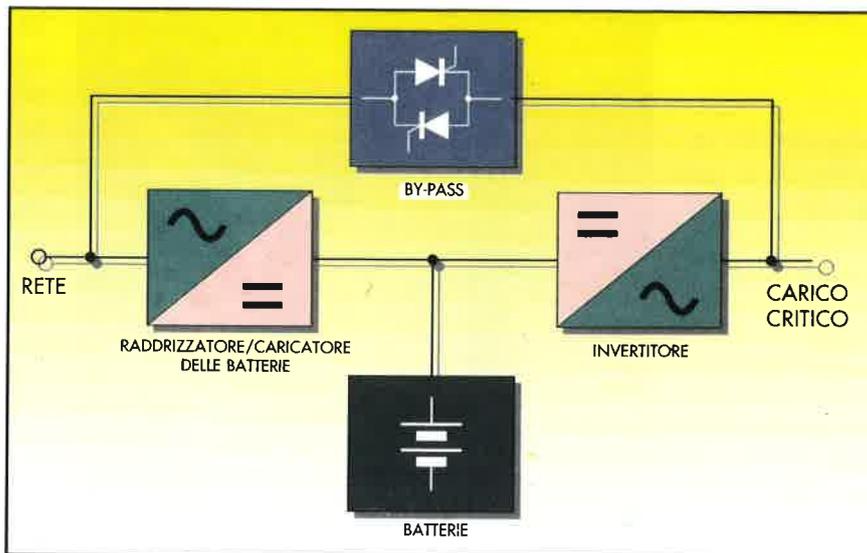
Esistono diversi tipi di batterie che vengono normalmente utilizzate per questa funzione: al piombo, ermetiche e al nichel-cadmio.

L'ultimo blocco di un GdC è il "by-pass". Questo elemento, anche se non è presente su tutte le apparecchiature, è forse il più importante in questo tipo di dispositivo. La sua funzione è quella di commutare il carico critico, collegandolo direttamente alla rete elettrica quando si verifica un guasto nel GdC stesso. Come si può facilmente intuire, la sua velocità di commutazione deve essere sufficientemente elevata per non consentire all'apparecchiatura collegata al GdC di rimanere senza alimentazione. I modelli di GdC presenti in commercio sono generalmente dotati di due tipi di by-pass: quello meccanico o, più frequentemente, quello statico.

Dopo aver descritto gli elementi principali che formano un gruppo di continuità, non rimane che esaminare il funzionamento nel loro insieme.

Un GdC fornisce l'energia elettrica necessaria quando si verifica un problema sulla rete

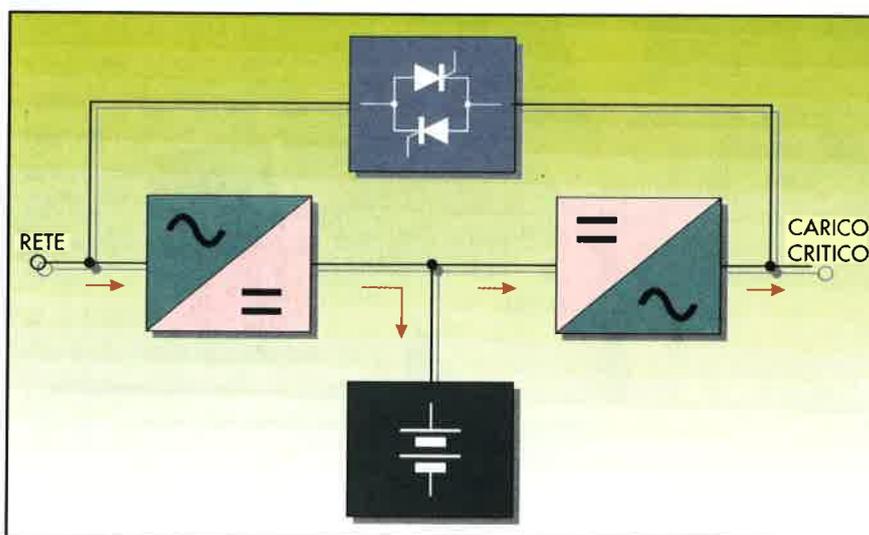
Le batterie sono elementi che immagazzinano energia durante la fornitura normale di corrente elettrica

Il GdC protegge dalle fluttuazioni della rete

Schema a blocchi di un GdC

Attualmente si possono distinguere due modalità di funzionamento dei GdC, definite *Off-line* e *On-line*. Nella modalità Off-line il carico critico è collegato direttamente alla rete, per cui si trova soggetto alle sue fluttuazioni. Il GdC rimane in attesa, ed entra in funzione solo quando si verifica un problema sull'alimentazione di rete.
Nella modalità On-line è il GdC che fornisce in modo permanente una corrente stabilizzata al carico; questa può derivare direttamente dalla rete (ma depurata), oppure può essere prelevata dalla batterie quando si verifica un problema sull'alimentazione di rete.
Di seguito verrà analizzato in dettaglio il funzionamento di una apparecchiatura che sfrutta la modalità On-line, in quanto offre prestazioni più elevate a prezzi di poco superiori ai dispositivi Off-line.

FUNZIONAMENTO DI UN GDC

Un Gruppo di Continuità viene collegato tra la rete che fornisce l'energia elettrica e l'apparecchiatura che deve essere protetta, o carico critico. Nella modalità di funzionamento a riposo la corrente alternata fornita dalla rete elettrica arriva al gruppo raddrizzatore/circuito di carica delle batterie. Questa corrente, dopo essere stata raddrizzata e convertita in corrente continua, viene utilizzata per caricare le batterie in modo che, nel momento in cui si verifica un blackout, siano in grado di svolgere la loro funzione protettiva. Questa corrente raddrizzata viene anche utilizzata per alimentare l'invertitore. Questo modulo ritrasforma la corrente continua in corrente alternata, priva delle eventuali alterazioni presenti sulla tensione di rete. Infine, la corrente può passare attraverso il by-pass e arrivare al carico critico.
Cosa accade quando si verifica un blackout?
L'invertitore, per tutto il tempo durante il quale permane il problema sulla rete elettrica, o più esattamente per un periodo di tempo stabilito dal costruttore del GdC che dipende dalla capacità delle batterie, preleva energia da queste ultime, che devono essere ovviamente cariche, invece che dall'uscita del raddrizzatore/circuito di ricarica delle batterie. Questo passaggio, che rende le batterie unica sorgente di energia per l'invertitore, avviene in modo istantaneo e senza alcuna commutazione, per cui il carico critico non risente di alcuna variazione di alimentazione.

Flusso della corrente in presenza della tensione di rete

Quando viene ripristinata la fornitura di rete il raddrizzatore/ circuito di carica delle batterie riprende il suo funzionamento normale ed alimenta nuovamente l'invertitore in modo diretto. Contemporaneamente vengono ricaricate le batterie, che hanno subito una perdita di carica durante il periodo nel quale è mancata l'alimentazione di rete. Anche questa operazione non comporta alcun tipo di commutazione, per cui il carico critico non subisce alcuna fluttuazione di tensione durante il suo funzionamento.

Flusso della corrente in assenza della tensione di rete

Può comunque capitare che, a causa di un guasto o per semplice manutenzione (ad esempio, per la sostituzione del blocco delle batterie), il GdC risulti fuori servizio. In quel momento entra in funzione il by-pass, che esegue una commutazione molto rapida per trasferire il carico critico direttamente alla rete, in modo che possa continuare a funzionare normalmente.

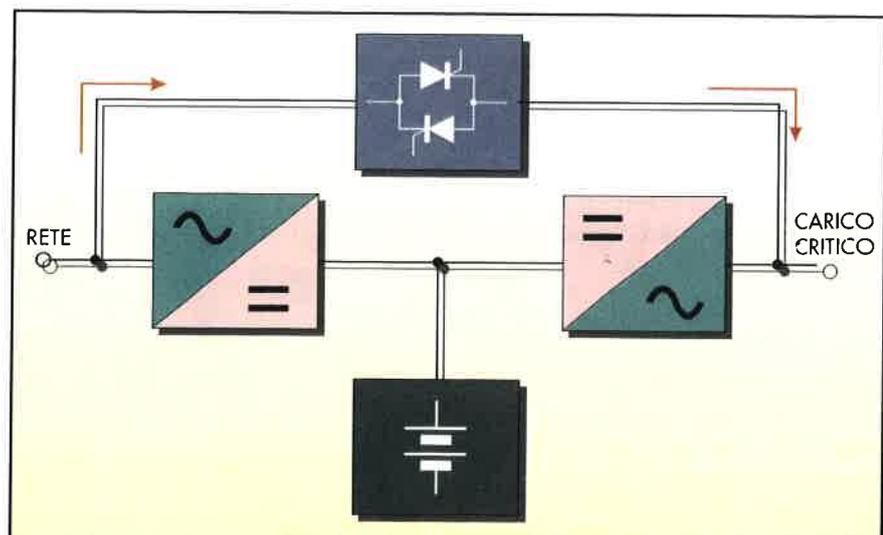
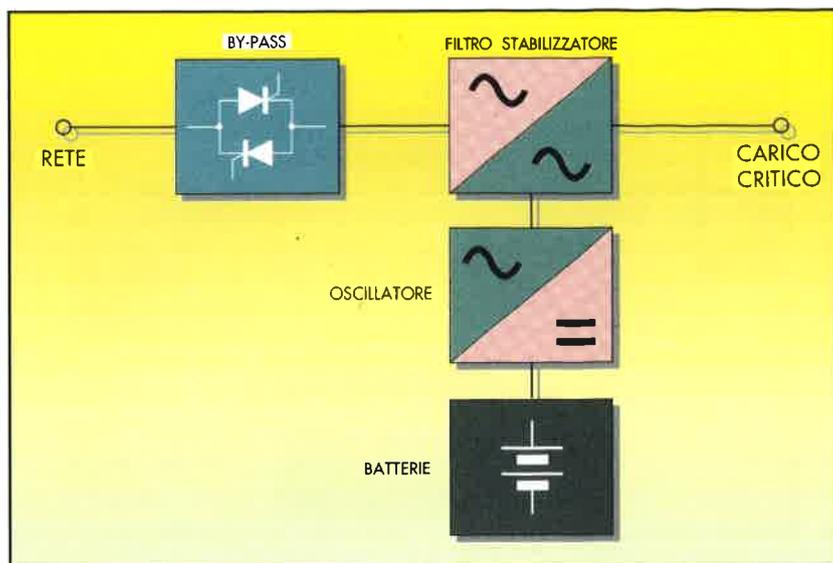
ALTRI MODELLI DI GDC

Anche se la struttura tipica dei gruppi di continuità risponde a quella descritta in precedenza, esistono in commercio apparecchiature che presentano alcune differenze. Una struttura molto spesso utilizzata è quella riportata nella figura corrispondente, che viene definita come *GdC parallelo* o senza raddrizzatore. Come si può osservare, in questo modello viene eliminato il raddrizzatore e viene impiegato un unico convertitore alternata/continua reversibile.

Il principio di funzionamento di questo tipo di apparecchiature è il seguente.

Quando l'alimentazione di rete è regolare il convertitore, tramite il filtro stabilizzatore, funziona come raddrizzatore trasformando la corrente alternata in continua per il caricamento delle batterie. Al carico critico arriva la corrente proveniente dal filtro stabilizzatore; quest'ultimo elimina eventuali rumori elettrici e stabilizza la tensione. Quando si verifica un blackout, il convertitore comincia a funzionare da invertitore e viene alimentato dall'energia accumulata nelle batterie per fornire la corrente alternata necessaria al carico critico. Questi passaggi alle diverse modalità di funzionamento avvengono senza che si verifichi alcuna commutazione.

Quando invece si verifica qualche anomalia nel GdC, il by-pass ha il compito di commutare la

Flusso della corrente quando è in funzione il by-pass a causa di un disservizio del GdC (guasto o sostituzione della batteria)

Schema a blocchi di un GdC parallelo

linea direttamente sul filtro stabilizzatore, in modo da fornire al carico critico la corrente di rete filtrata e stabilizzata in tensione.
Nel mondo dei personal computer, e in particolar modo nella gamma dei portatili, è molto facile trovare un Gruppo di Continuità incorporato nel circùito di alimentazione in corrente continua. Quando si verifica un blackout, il calcolatore viene alimentato dalla batteria presente al suo interno.
In commercio sono recentemente comparse delle schede che possono essere inserite negli slot di espansione dei personal computer tradizionali e collegate al loro alimentatore.
Quando si verifica un blackout, il contenuto della memoria RAM del calcolatore viene automaticamente scaricato sull'hard disk prima che il sistema si spenga.
Quando viene ripristinata l'alimentazione normale il sistema ritorna, sempre in modo automatico, nella condizione in cui si trovava prima che si verificasse il blackout.

In commercio sono presenti delle schede che funzionano come dei GdC, che possono essere inserite negli slot di espansione dei personal computer

Criteri di scelta di un GdC

Dopo aver esaminato il principio di funzionamento dei Gruppi di Continuità, si deve ora affrontare il tema relativo alla scelta del dispositivo che meglio risponde alle proprie esigenze, preferendo quello più idoneo tra la vasta gamma di apparecchiature disponibili in commercio.
I criteri di scelta sono molto diversi, e dipendono dai differenti aspetti che ogni utente ritiene più importanti.
Nella tabella che segue, pur senza la pretesa di essere esaustivi, si propone un elenco di costruttori di GdC che presentano un catalogo completo di questo tipo di apparecchiature, in grado di soddisfare qualsiasi esigenza.

Le informazioni elaborate dal proprio PC sono protette dalla presenza del GdC

In commercio è possibile scegliere tra diversi modelli di GdC in funzione delle proprie necessità

Di seguito vengono definiti i parametri più importanti che si devono valutare quando si decide di acquistare un GdC.

Anche se può apparire ovvio, il primo elemento da prendere in considerazione è proprio la rete elettrica alla quale deve essere collegato il Gruppo di Continuità; di questa si devono conoscere le caratteristiche e le possibili anomalie a cui può essere soggetta.

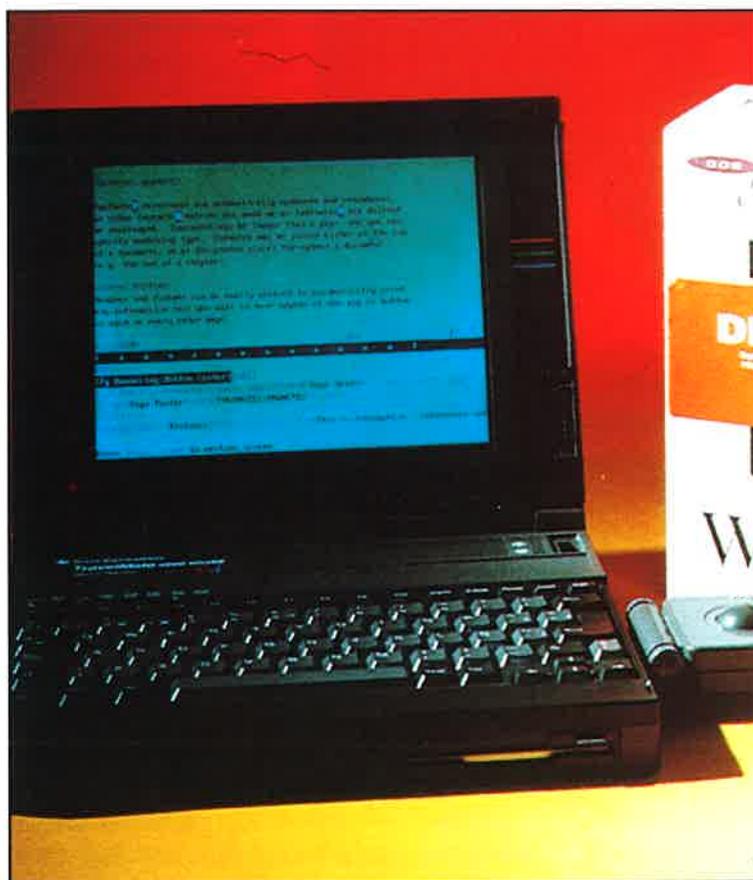
Un altro aspetto fondamentale che si deve definire è il numero delle apparecchiature che devono essere collegate al GdC, pensando anche ad eventuali aggiunte future. Se non si determina esattamente questo parametro si corre il rischio di acquistare un GdC che dopo poco tempo non soddisfa più tutte le nuove esigenze, per cui si deve procedere alla sua sostituzione con conseguente aumento dei costi.

In questa ottica si devono valutare anche altri aspetti che, pur apparendo inizialmente poco

Un altro aspetto che si deve prendere in considerazione è il numero di apparecchiature che si vogliono collegare al GdC, ricordando di calcolare le possibili espansioni future

ALCUNI PRODUTTORI DI GRUPPI DI CONTINUITA' IN ITALIA

BARLETTA APPARECCHI SCIENTIFICI
ELETTRONICA VERBANESE
ELGAR CORPORATION
ELSIST
ELTRONIX
IREM
LOVATO OFFICINA ELETTROMECCANICA
MICROSET
PRINTEL
PROMEC ELETTRONICA
PULSAR
RCE
SAIET
SAMAR
SISTREL
SPS
TECNOMASIO ITALIANA BROWN BOVERI
TELAV INTERNATIONAL
UPS
VICTRON
WEBER ELETTRONICA

I rendimenti dei GdC di recente costruzione si aggirano attorno all'80%

I portatili incorporano un GdC all'interno del circuito di alimentazione in tensione continua

rilevanti, potrebbero in futuro provocare dei disguidi o dei problemi.
Ad esempio, si può facilmente intuire che le condizioni di lavoro di un GdC sono diverse nel caso venga richiesto di mantenere un minimo di illuminazione in una determinata camera della propria abitazione o della propria azienda in caso di blackout, piuttosto che mantenere alimentate determinate apparecchiature informatiche, di allarme o di vigilanza.
Questa diversa funzione operativa si traduce infatti in una differente richiesta di energia; per stabilire la potenza totale che un GdC deve essere in grado di fornire in caso di anomalie sulla tensione di rete bisogna determinare la potenza massima assorbita da ciascun dispositivo collegato e sommare i diversi valori.
Per tenere conto delle future necessità è però consigliabile moltiplicare il valore finale ottenuto per un fattore di sicurezza, generalmente valutabile in ragione di 1,5.
Un altro elemento molto importante e significativo della diversa modalità di lavoro è costituito dalla batteria.
Poiché questa rappresenta il componente certamente più delicato, voluminoso e di maggior costo, quando si acquista un GdC la sua scelta deve essere molto ponderata. Infatti, l'autonomia di un GdC quando si verifica un blackout dipende esclusivamente da questo elemento, che è il fattore che maggiormente incide sul costo finale dell'apparecchiatura.
I costruttori di GdC forniscono attualmente apparecchiature con autonomia che oscilla tra i 10 minuti e 1 ora.
La caratteristica più indicativa della qualità di un GdC è il rendimento, che viene definito come il rapporto tra la potenza di uscita e quella di ingresso.
La sua misura viene generalmente fornita in termini percentuali. Più questo valore è elevato maggiore è il risparmio di energia che si ottiene.
I rendimenti medi delle apparecchiature attualmente in commercio si aggirano attorno all'80%.

I fattori che determinano la scelta di un determinato tipo di GdC sono diversi

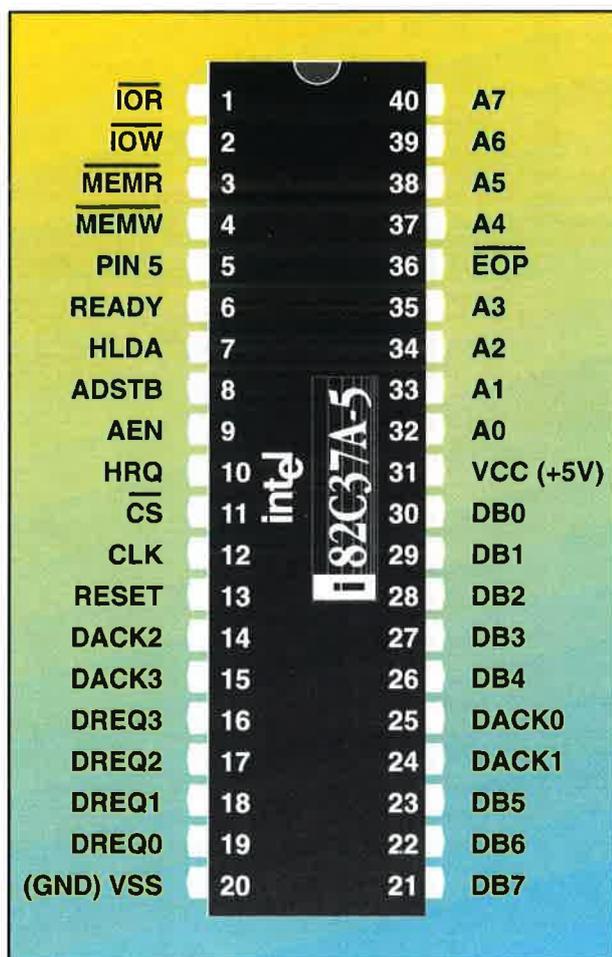
Circuiti per l'accesso diretto alla memoria

I componenti digitali che aiutano maggiormente il microprocessore sono i circuiti ausiliari che sveltiscono le sue operazioni: tra questi vi sono quelli che migliorano l'accesso diretto alla memoria.

I circuiti più importanti di questa categoria sono quelli chiamati *controller DMA (Direct Access Memory)*, che aiutano il microprocessore nel trasferimento dell'informazione da una memoria ad un'altra.
Come consuetudine, viene preso in considerazione uno dei dispositivi più utilizzati negli elaboratori per studiare in modo dettagliato il principio di funzionamento di questi controller: in questo caso è stato scelto il circuito integrato 8237.
Questo chip integra fondamentalmente tre blocchi di controllo, e più precisamente:
- *controllo delle temporizzazioni,*
- *controllo dei comandi,*
- *controllo della codifica.*

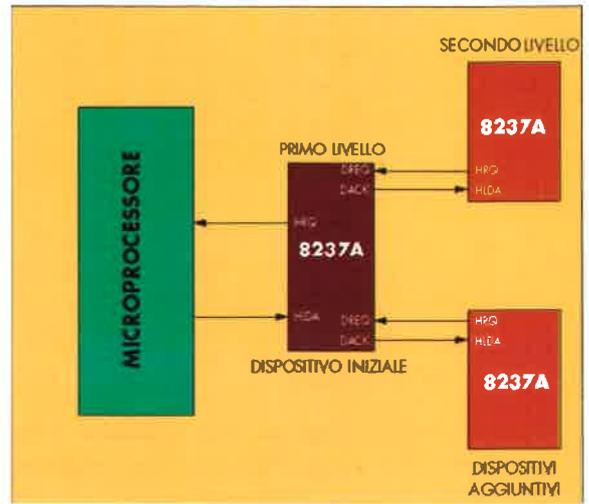
Il primo di questi blocchi genera i segnali interni ed esterni di "temporizzazione" che vengono utilizzati dal controller.
Il blocco di controllo dei comandi di programma serve per codificare i diversi comandi che vengono inviati al controller dal microprocessore, prima che inizi a svolgere le sue funzioni di accesso diretto alla memoria. Inoltre, decodifica la parola di controllo del modo, utilizzata per selezionare il tipo di DMA durante il funzionamento.
L'ultimo blocco è quello incaricato di controllare

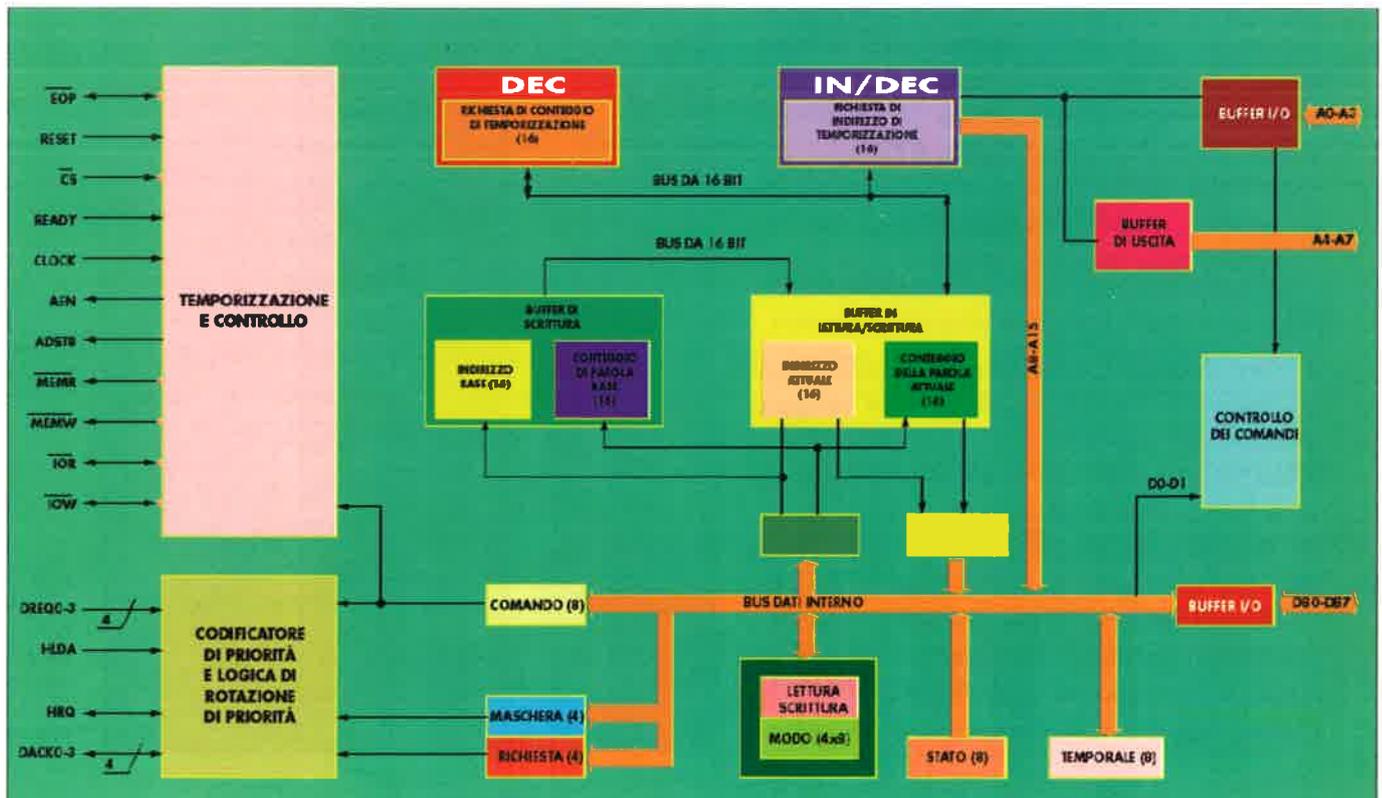
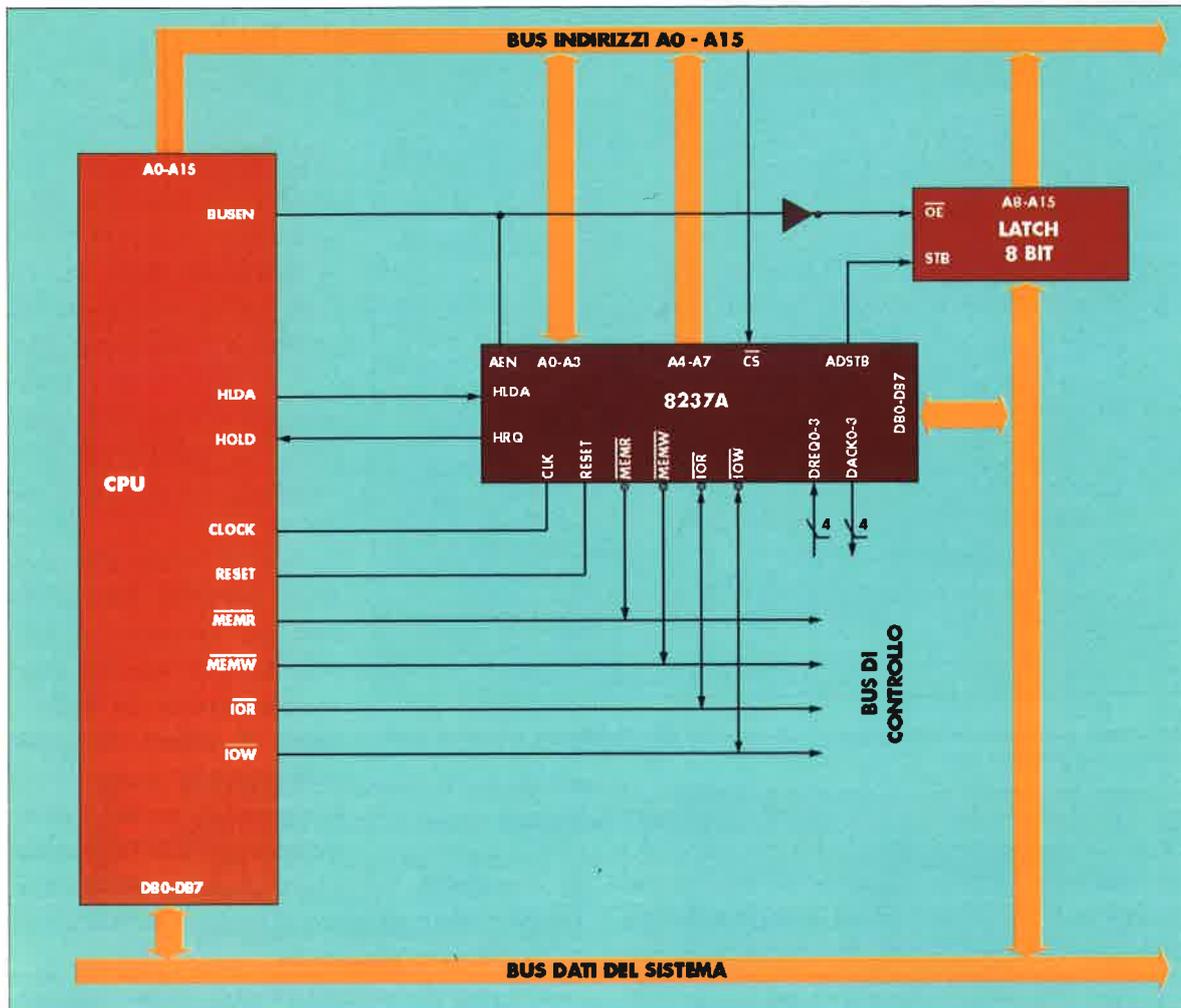
Segnale	Pin	Pin	Segnale
$\overline{\text{IOR}}$	1	40	A7
$\overline{\text{IOW}}$	2	39	A6
$\overline{\text{MEMR}}$	3	38	A5
$\overline{\text{MEMW}}$	4	37	A4
PIN 5	5	36	$\overline{\text{EOP}}$
READY	6	35	A3
HLDA	7	34	A2
ADSTB	8	33	A1
AEN	9	32	A0
HRQ	10	31	VCC (+5V)
$\overline{\text{CS}}$	11	30	DB0
CLK	12	29	DB1
RESET	13	28	DB2
DACK2	14	27	DB3
DACK3	15	26	DB4
DREQ3	16	25	DACK0
DREQ2	17	24	DACK1
DREQ1	18	23	DB5
DREQ0	19	22	DB6
(GND) VSS	20	21	DB7

intel i82C37A-5

Piedinatura di un controller per l'accesso diretto alla memoria

l'ordine e la priorità con cui si risponde ai diversi canali.

SEGNALI DEL CONTROLLER DMA

Questo tipo di circuito è dotato di 40 terminali, dai quali vengono prelevati i segnali corrispondenti per il corretto funzionamento del circuito. In questo paragrafo viene descritta la funzione di tutti questi segnali, tenendo presente però che alcuni di essi sono suddivisi su più terminali.
Per individuare ciascuno di questi segnali è sufficiente osservare la figura che riporta lo schema di questo controller.
Il terminale *(CLK)* è l'ingresso del *segnale di clock* che controlla le operazioni interne del circuito e la frequenza di trasferimento dei dati.
L'ingresso di selezione del circuito, o *chip select (/CS)*, viene utilizzato per abilitare le comunicazioni con il microprocessore.
Questo segnale converte il controller del DMA in un circuito di ingresso/uscita.
Il segnale di *reset (RESET)* cancella i registri di stato, di comando, di richiesta e temporanei, in modo da lasciare il circuito di controllo in condizione di attesa.
Il segnale di *pronto (READY)* è un ingresso che viene utilizzato per allungare la durata degli impulsi di lettura e scrittura nella memoria, in modo da adattare il circuito a memorie lente o periferi-

Collegamento di un controller DMA con il microprocessore e altri controller ausiliari

Schema a blocchi di un controller DMA

Collegamento dei diversi terminali del controller con il microprocessore

che di ingresso/uscita.
Il riconoscimento di *Hold (HLDA)* si incarica di indicare al microprocessore che il controllo del bus è stato trasferito al sistema principale.
I segnali di *richiesta di accesso diretto alla memoria (DREQx)* vengono utilizzati dai circuiti periferici per accedere al DMA. La richiesta viene generata attivando queste linee.
Il *bus dei dati (DBx)* è formato da 8 linee bidirezionali che sono collegate al bus del sistema. Le uscite vengono attivate durante la lettura dei circuiti di ingresso/uscita per visualizzare il contenuto di un registro di indirizzi, di stato o temporaneo.
Questi segnali vengono convertiti in ingressi quando il microprocessore è programmato dai registri di regolazione del controller nelle operazioni di trasferimento tra memorie; i dati della memoria di origine vengono raccolti da questo bus durante il ciclo di lettura dalla memoria, e vengono scritti nella nuova posizione durante il ciclo di scrittura in memoria.
Il segnale di *lettura di ingresso/uscita (/IOR)* è bidirezionale. Nello stato di attesa è un ingresso di controllo che utilizza il microprocessore per leggere i registri di controllo; nel ciclo attivo è una uscita utilizzata per controllare l'accesso dei dati da una periferica durante i cicli di trasferimento di scrittura del DMA.
Il segnale di *scrittura di ingresso/uscita (/IOW)* è una linea che ha le stesse caratteristiche della precedente. In attesa è un ingresso di controllo utilizzato dal microprocessore per inviare informazioni al controller.
Nello stato attivo si converte in una uscita di controllo utilizzata dal controller per inviare i dati alla periferica durante un trasferimento di lettura del DMA.

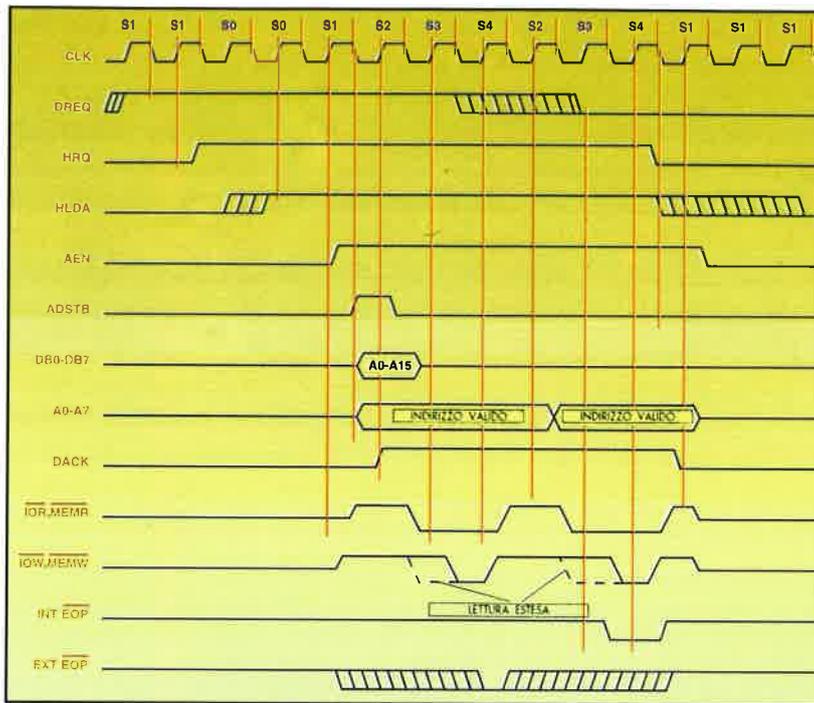



Diagramma temporale dei diversi segnali di un controller mentre sta eseguendo una operazione di trasferimento

L'informazione che corrisponde al termine dei trasferimenti del DMA è disponibile sul terminale chiamato di *fine del processo (/EOP)*. Il controller, passando a livello basso, invia un segnale quando termina il servizio di DMA; questo impulso viene generato anche quando riceve un segnale di fine conteggio nel canale in cui si trova.

La ricezione del segnale di fine del processo provoca la cessazione immediata di tutte le funzioni del controller, l'annullamento della richiesta e la scrittura sui registri di base dei valori presenti nei registri in corso.

Il *bus degli indirizzi (Ax)* è composto da 8 linee, di cui quattro sono bidirezionali.

In stato di attesa queste linee sono degli ingressi utilizzati dal microprocessore per accedere ai registri che deve leggere o scrivere. Nel ciclo attivo si convertono in uscite utilizzate per indirizzare la memoria.

Le quattro linee unidirezionali vengono utilizzate durante la fase di accesso diretto alla memoria.

Il segnale di *richiesta di Hold (HRQ)* è l'uscita di richiesta di Hold al microprocessore. Viene utilizzata per richiedere il controllo del bus di sistema.

I segnali di *riconoscimento del DMA (DACKx)* vengono utilizzati per notificare a ciascuna periferica quando viene eseguito un ciclo di accesso diretto alla memoria.

Il segnale di *abilitazione degli indirizzi (AEN)* attiva un latch con gli 8 bit più significativi del sistema. Inoltre, inibisce altri controller del bus durante i trasferimenti di DMA.

La linea di *lettura della memoria (/MEMR)* viene utilizzata per accedere ai dati della zona di memoria selezionata durante un trasferimento di lettura del DMA nella memoria stessa.

Il segnale di *scrittura della memoria (/MEMW)* è simile al precedente, ma invece di una lettura viene eseguita una operazione di scrittura nelle locazioni di memoria selezionate.

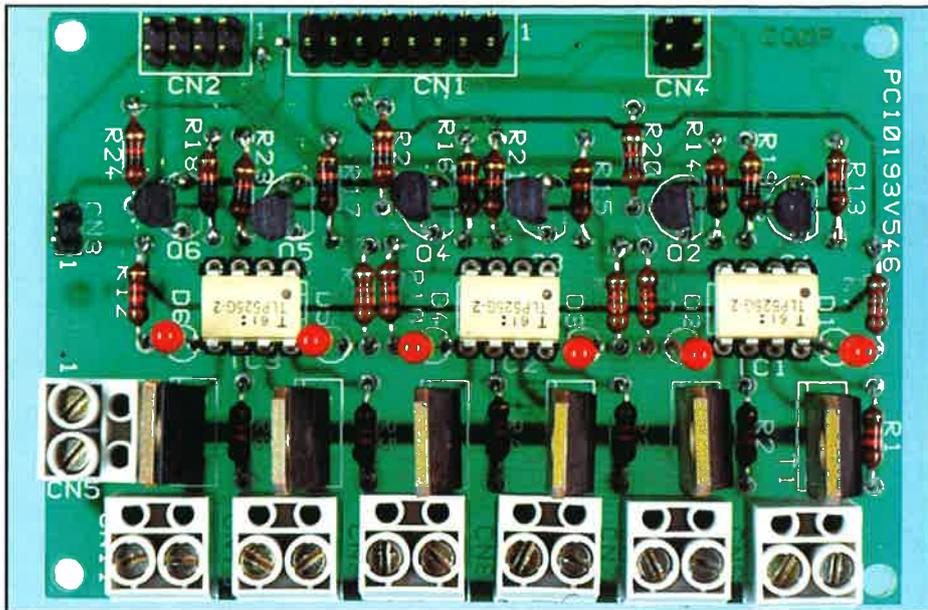
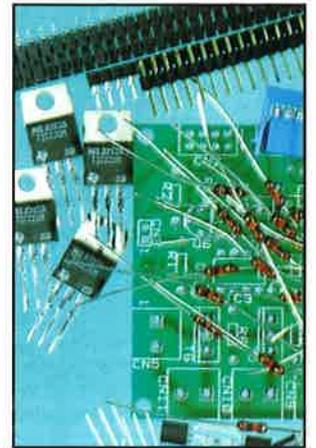
Questi segnali sono presenti in qualsiasi controller di accesso diretto alla memoria.

Di seguito viene esaminato il funzionamento di questi circuiti.

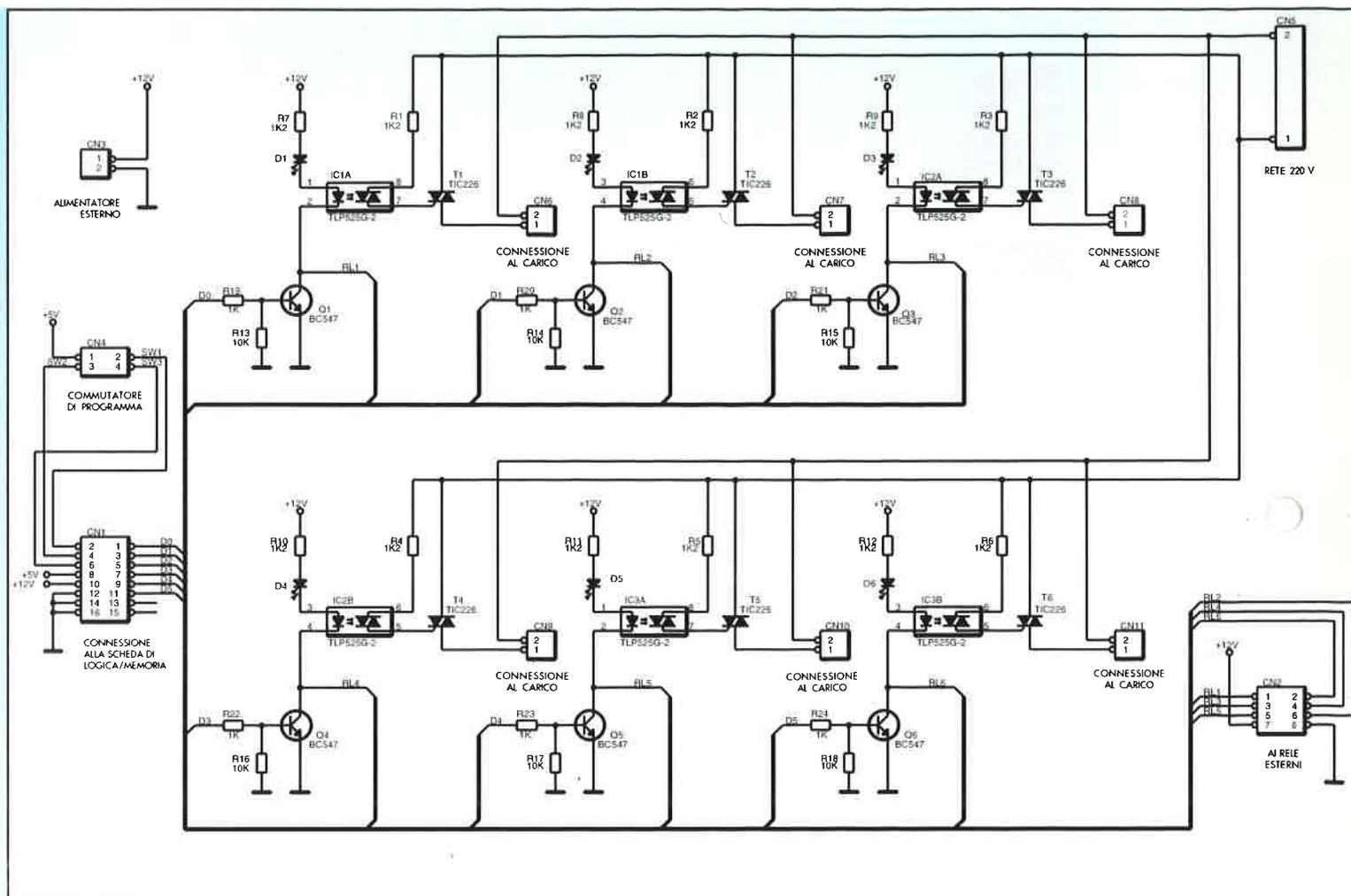
PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DI UN CONTROLLER DMA

Generalmente il funzionamento di questi circuiti si può suddividere in due cicli fondamentali: quello di attesa e quello attivo.

Quest'ultimo ciclo è a sua volta suddiviso in diversi stati: nell'esempio precedente il ciclo completo viene eseguito passando attraverso sette diversi stati.

Il controller si trova nello stato di attesa quando non è presente alcuna richiesta di DMA; in questo stato il circuito si mantiene in condizione di programmazione per permettere al microprocessore di programmarlo.

SCHEDA DI POTENZA PER IL TEMPORIZZATORE UNIVERSALE

Qualsiasi applicazione elettronica che si rispetti deve poter comunicare con il mondo esterno. La scheda di temporizzazione universale proposta nel capitolo precedente rispetta tutte le norme e i presupposti di affidabilità richiesti a questo tipo di circuiti, ma per poter gestire qualsiasi dispositivo richiede l'impiego di una interfaccia come quella presentata di seguito.

Il compito del circuito proposto di seguito potrebbe non essere chiaro se non si prende in considerazione la scheda di temporizzazione presentata nel capitolo precedente. Quest'ultima è stata infatti progettata già pensando al suo collegamento con la scheda di controllo di potenza. Il temporizzatore, o stadio di logica/memoria, ha il compito di controllare la parte "intelligente" del sistema,

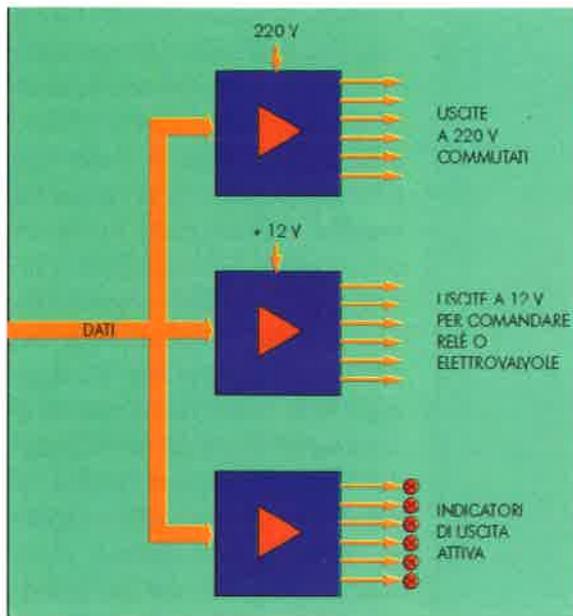
Lo stadio di logica/memoria ha il compito di controllare la parte "intelligente" dell'insieme

Schema elettrico del circuito di potenza per il temporizzatore universale

mentre la scheda di potenza gestisce, sotto il controllo della prima, i dispositivi esterni che si vogliono collegare al temporizzatore.

Controllo di potenza

Il metodo più semplice e intuitivo per pilotare un dispositivo esterno con un segnale logico di comando (segnale digitale) consiste nell'utilizzare un relè in grado di isolare elettricamente entrambi i circuiti.
Un altro metodo altrettanto efficace di isolamento e protezione del circuito di controllo rispetto ai segnali di potenza prevede l'utilizzo di fotoaccoppiatori. La scheda proposta di seguito sfrutta entrambi i metodi, ed è pertanto sufficientemente versatile per accontentare e soddisfare tutte le applicazioni immaginabili.
Per prima cosa è opportuno esaminare i vantaggi e gli svantaggi che presentano le due diverse soluzioni.

Relè e fotoaccoppiatori

L'impiego dei relè per il controllo di dispositivi di potenza associati a circuiti di controllo elettronico più o meno sofisticati è senza dubbio una delle opzioni che tradizionalmente si sono dimostrate più semplici, economiche e sufficientemente affidabili. Il loro vantaggio deriva dall'apparizione in commercio di relè di nuova concezione, dotati di dimensioni e di un rapporto peso/potenza ottimali, associati ad un costo relativamente contenuto. Anche i relè in grado di essere eccitati con le tensioni tradizionalmente utilizzate nel campo elettronico (valori di 5, 12 e 15 V) sono stati soppiantati da dispositivi che ai meno esperti potrebbero causare parecchia confusione. Tra

Schema a blocchi del circuito di potenza. È necessaria una alimentazione esterna a 12 Vcc

questi si devono segnalare ad esempio quelli dall'aspetto simile ad un circuito integrato, che si sono dimostrati estremamente utili ai progettisti elettronici. La somiglianza non si limita solamente alle dimensioni ma anche alla disposizione dei terminali, ed in particolare alla loro distanza di interasse che consente di mantenere per le loro isole il passo standard di 1/10 di pollice.

Poiché la realizzazione di una scheda di interfaccia a relè è decisamente molto semplice rispetto ad un circuito fotoaccoppiato, si è deciso di lasciare al lettore la sua progettazione e produzione. Questa decisione deriva dal fatto che in commercio sono presenti parecchi modelli di relè, strutturalmente molto diversi tra di loro; alcuni lettori avrebbero potuto trovare delle difficoltà nel reperire nella propria zona il modello proposto in queste pagine. Inoltre, il tipo di relè che deve essere utilizzato dipende principalmente dal carico che si desidera controllare, per cui la sua scelta risulta estremamente soggettiva.

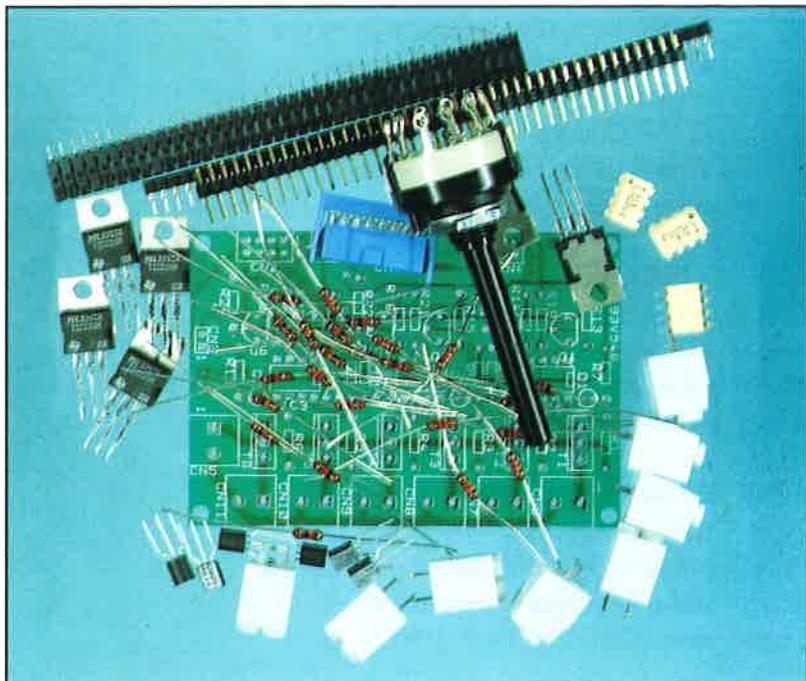
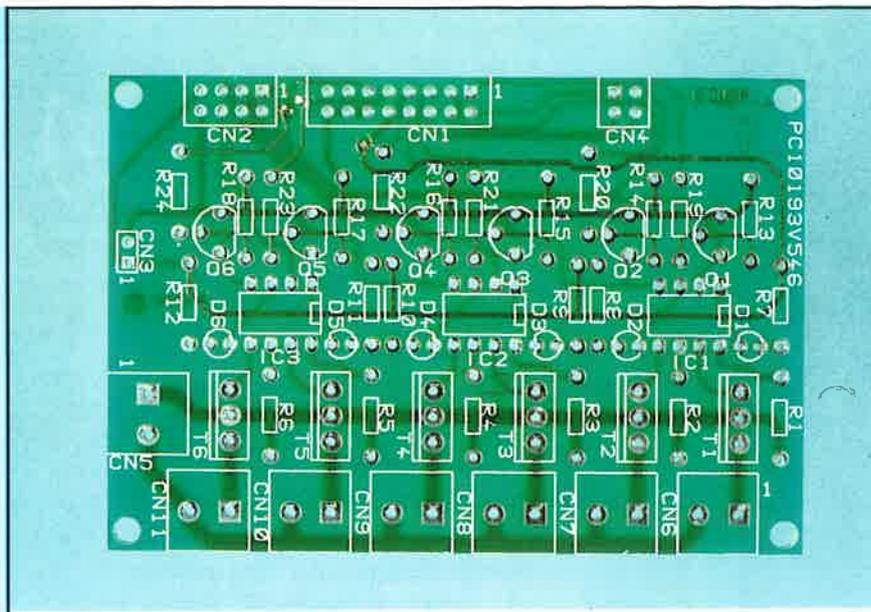
La soluzione che prevede l'impiego dei fotoaccoppiatori è stata studiata per poter essere montata interamente sul circuito stampato che viene fornito con il fascicolo. Uno dei principali vantaggi di questi circuiti è senza dubbio il loro aspetto molto compatto. Tra i componenti ottici disponibili in commercio si possono citare i fototransistor, i fototriac e i fotorelè; la semplicità di impiego è certamente una delle componenti più interessanti, che associata al costo contenuto rendono questi componenti molto apprezzati dai progettisti elettronici.

In questa realizzazione, come si può verificare dallo schema generale, si sono scelti dei triac di potenza per il pilotaggio della linea a 220 V; questi sono controllati da fototriac, che a loro volta vengono pilotati tramite il segnale logico inviato dalla scheda di logica/memoria. Il funzionamento dettagliato del circuito è descritto di seguito.

In questo circuito si è optato per l'impiego di un triac di potenza per gestire la linea a 220 V

FUNZIONAMENTO DEL CIRCUITO

Si inizia l'esame del funzionamento del circuito partendo dai connettori di cui è dotato. Il connettore CN1 è destinato al collegamento delle due schede che formano il sistema: la scheda di logica/memoria e la scheda di controllo di potenza. Sui terminali 2, 4 e 6 arrivano le linee di commutazione del programma. Come detto in precedenza, la scheda di memoria permette quattro programma-

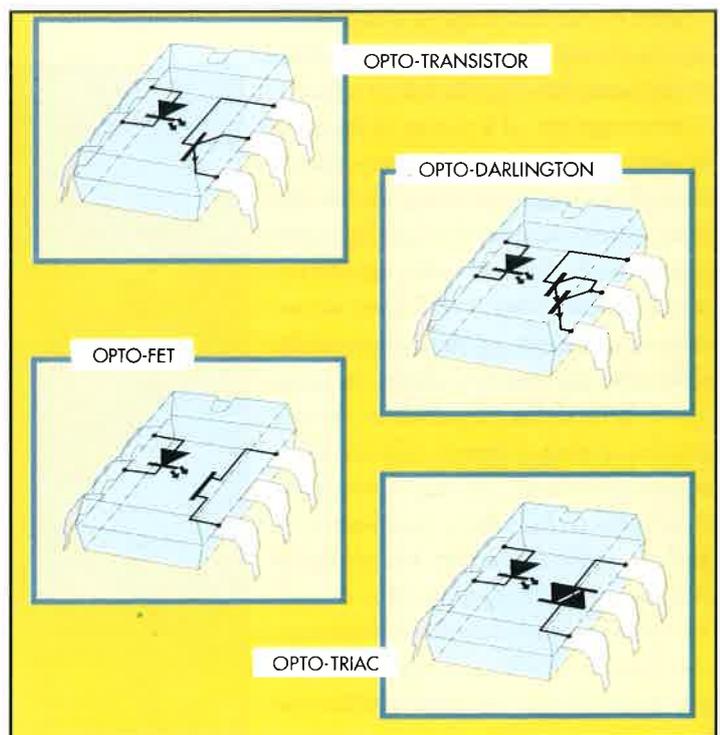
Questi sono i componenti che devono essere montati sul circuito stampato descritto in questo capitolo

Circuito stampato utilizzato per il montaggio

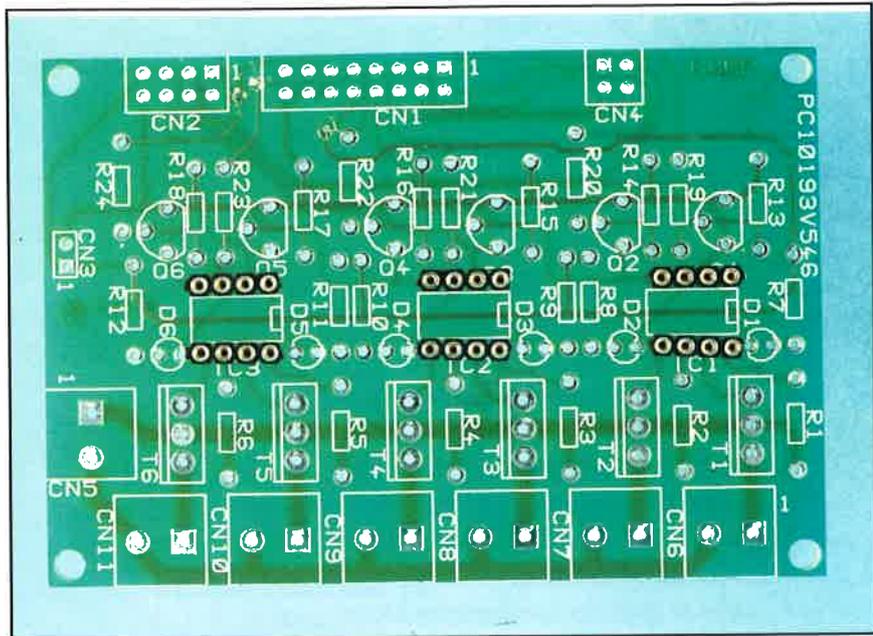
Ciascuna di queste linee (D0-D5) è collegata alla base di un transistor NPN configurato come interruttore ON/OFF.
Il funzionamento di ciascuno dei sei canali è simile: in presenza del segnale di attivazione (ossia un dato presente su di una linea compresa tra D0 e D5) proveniente da CN1, si polarizza la base del corrispondente transistor che commuta nello stato ON fornendo il riferimento di massa al terminale del fotoaccoppiatore relativo al catodo del diodo emettitore interno. In questa condizione viene attivato anche il diodo LED indicatore del canale interessato.

zioni diverse che sono contenute in quattro blocchi separati della memoria.
Per selezionare questi programmi è sufficiente collegare ciascuna di queste linee all'alimentazione + 5 V, oppure lasciarle aperte ottenendo in questo modo le quattro possibilità di commutazione.
Un'altra delle funzioni di CN1 è quella di permettere l'alimentazione delle due schede.
La scheda di memoria non utilizza però la tensione di + 12 V (in quanto prevede l'impiego di una batteria di emergenza); quest'ultima si deve prelevare da un alimentatore esterno che deve essere collegato alla scheda di potenza tramite il connettore indicato con CN3. I 12 V vengono inviati alla scheda di memoria attraverso CN1, dove vengono stabilizzati e trasformati in + 5 V dal regolatore LM7805; in assenza dei 12 V l'alimentazione necessaria per entrambe le schede, ma indispensabile soprattutto per mantenere attiva la memoria del sistema, viene prelevata dalla batteria tampone.
I terminali rimanenti di CN1 corrispondono alle sei linee di controllo provenienti dal bus dati della memoria presente sulla scheda logica, e alla linea di massa.

Il funzionamento del fotoaccoppiatore è basato sull'attivazione della giunzione di ricezione tramite raggi infrarossi

Il funzionamento del fotoaccoppiatore è molto semplice: la giunzione di ricezione (in questo caso il fototriac) viene attivata dal fascio di raggi infrarossi emesso dal fotodiodo interno. Ciò consente di ottenere un isolamento elettrico perfetto, definito anche isolamento galvanico, tra il circuito di controllo e quello di potenza.
Nella configurazione proposta il fototriac ha il

In commercio sono disponibili diversi tipi di fotoaccoppiatori. Nella figura sono riportati alcuni esempi

compito di innescare un triac di potenza configurato come interruttore; ciò significa che ogni volta che il triac viene innescato entra in conduzione, per cui si può affermare che questo componente si comporta come un interruttore.

Il cablaggio realizzato tra il connettore di ingresso dei 220 V (indicato con CN5) e i connettori di uscita (da CN6 a CN11) è stato realizzato in modo che il circuito rimanga alimentato in modo continuo dalla rete; quando la logica di controllo attiva uno dei sei canali (o più di uno), i 220 V vengono trasferiti al corrispondente connettore di potenza di uscita (CN6-CN11).

Si consiglia di saldare per primi gli zoccoli per gli integrati

La struttura interna dei fotoaccoppiatori permette di isolare la rete a 220 V da quella a bassa tensione del circuito di controllo. Dal collettore di ciascun transistor partono delle linee inviate al connettore CN2. Queste servono per collegare, e di conseguenza pilotare, il circuito alternativo a relè di cui si è parlato in precedenza. La funzione di queste linee è quella di fornire il riferimento di massa per l'eccitazione delle bobine dei diversi relè.

Sul connettore sono presenti anche i 12 V che devono essere collegati al morsetto positivo della bobina di ciascun relè; l'eccitazione si ottiene fornendo il riferimento di massa controllato.

Anche utilizzando il circuito a relè si accendono i diodi LED indicatori corrispondenti ai canali attivi.

Come si può osservare, il circuito è stato progettato in modo da poter utilizzare indifferentemente sia l'interfaccia a relè che la presa diretta a 220 V. É comunque possibile operare in logica inversa, vale a dire collegare il morsetto negativo delle bobine dei relè ad una linea di massa comune e pilotare le singole eccitazioni con i 12 V presenti sui collettori dei transistor.

L'installazione dei componenti è molto semplice se si seguono le indicazioni fornite dalla serigrafia

In questo caso però l'accensione dei diodi LED indica che i corrispondenti relè sono in stato di riposo. Questo è il motivo per cui sul connettore CN2 è presente anche un terminale di massa.

In questo progetto si è deciso di utilizzare dei relè a + 12 V poiché sono quelli maggiormente diffusi in commercio; se fosse necessario, è possibile eseguire un adattamento dell'alimentazione (in pratica inserendo un regolatore di tensione) per controllare relè con

I fotoaccoppiatori isolano i 220 V di rete dalle basse tensioni di alimentazione del circuito

La scheda è a doppia faccia, ma i fori non sono metallizzati

valori di alimentazione diversa (ad esempio relè a + 5 V).

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

Per la realizzazione del circuito bisogna per prima cosa procurarsi tutti i componenti necessari; successivamente bisogna montarli seguendo i criteri indicati di seguito.

Poiché il circuito stampato è a doppia faccia con fori non metallizzati, è necessario realizzare con dei pezzi di filo nudo gli opportuni collegamenti tra le due facce dello stesso prima di eseguire il montaggio e la saldatura dei componenti; anche alcuni terminali di questi ultimi devono essere saldati su entrambe le facce dello stampato.

Circuito con tutti i componenti montati

Dimenticare uno di questi collegamenti o una delle saldature sui terminali dei componenti interessati potrebbe generare dei problemi di funzionamento del circuito di difficile individuazione, per cui è necessario seguire scrupolosamente un ordine ed avere una attenzione rigorosa quando si effettuano queste operazioni.

Per semplificare il lavoro, è consigliabile effettuare per prime tutte le saldature che presentano una difficoltà maggiore a causa della loro posizione, come ad esempio quelle dei componenti situati in zone del circuito a densità elevata.

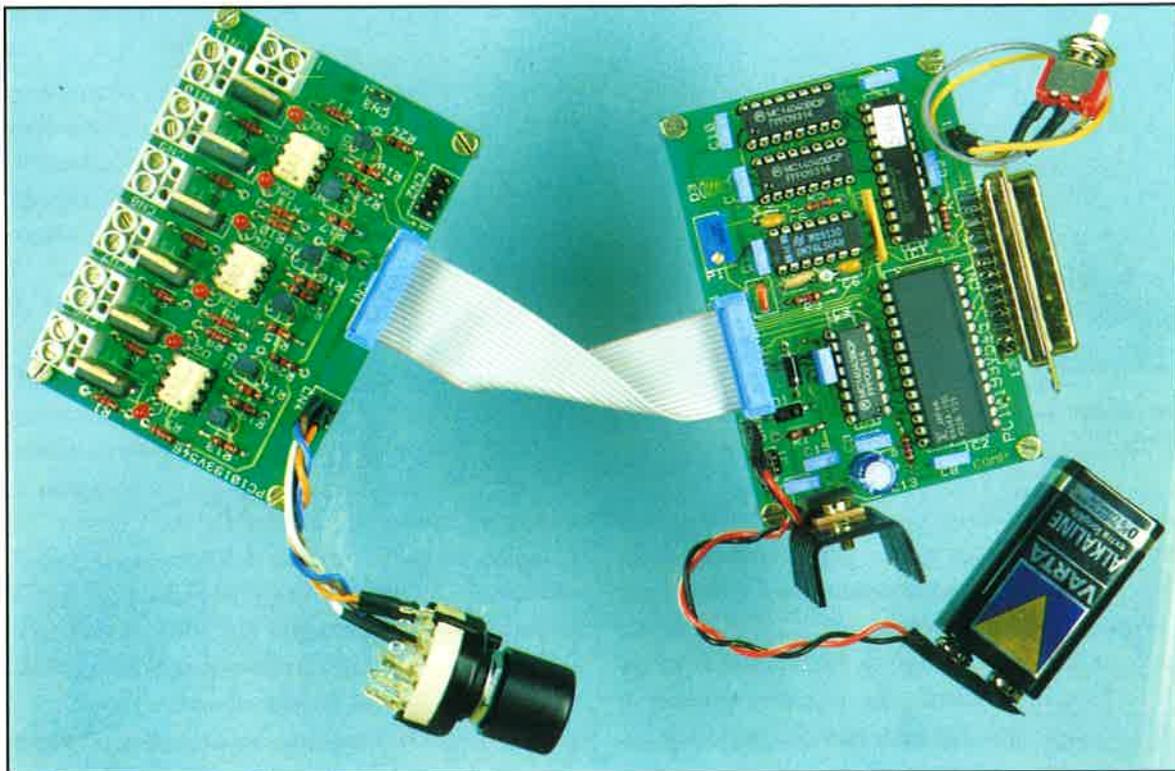
Questa regola può essere applicata in deroga all'ordine convenzionale di montaggio dei componenti, tipico di qualsiasi montaggio elettronico.

Schema di cablaggio dei connettori

Se invece si vogliono seguire scrupolosamente le regole convenzionali si deve iniziare con i componenti passivi, costituiti dalle resistenze, dai connettori a vite e da quelli realizzati con le strisce di terminali maschi.

Per i fotoaccoppiatori è consigliabile utilizzare degli zoccoli oppure delle strisce di terminali torniti femmina, saldando per primi i terminali che presentano connessioni su entrambi i lati dello stampato. Dopo aver montato gli zoccoli si possono inserire i componenti attivi, costituiti dai transistor, dai triac e dai diodi LED.

L'ultima fase del montaggio prevede l'inserimento dei fotoaccoppiatori nei rispettivi zoccoli, rispettando la posizione e l'orientamento indicati sulla serigrafia stampata sulla scheda. Quest'ultima raccomandazione vale anche per tutti gli altri componenti polarizzati, quali i transistor, i diodi LED, i triac, ecc.

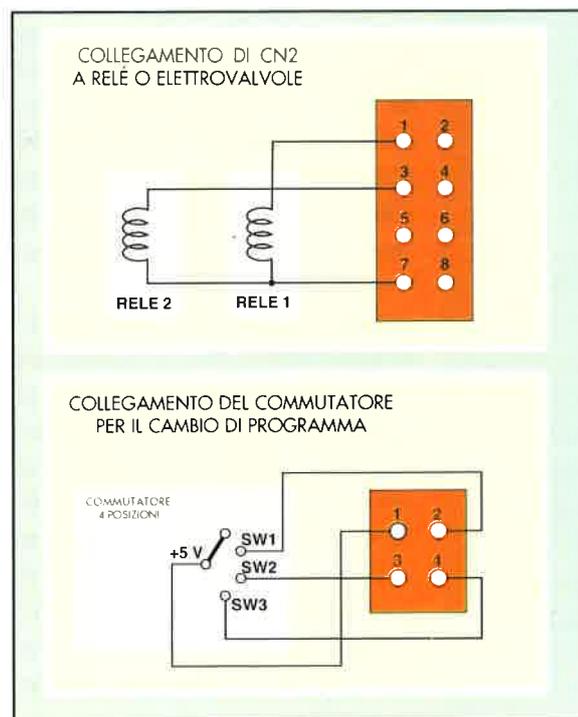
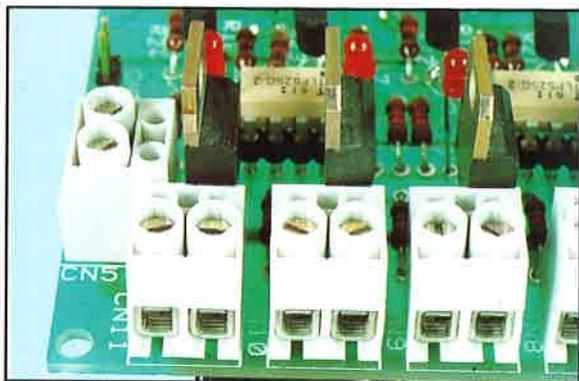
Sistema completo con entrambe le schede: di logica/memoria e di potenza

Poiché il dispositivo utilizza la tensione di rete, bisogna tener presente i pericoli che derivano dall'uso di apparecchiature nelle quali sono presenti i 220 V

Poiché il circuito lavora alla tensione di rete, è buona regola maneggiarlo con molta precauzione quando è alimentato; è superfluo ricordare i pericoli che derivano dall'impiego di dispositivi alimentati a 220 V e i problemi che potrebbe provocare un loro incauto uso. Per questa ragione è consigliabile eseguire il collegamento dell'alimentazione a 220 V (morsettiera CN5) come ultima operazione.
Per verificare i collegamenti della scheda si può utilizzare la relativa figura che riporta lo schema di cablaggio.

VERIFICA E REGOLAZIONE

Al termine del montaggio della scheda è necessario effettuare una sua verifica. Il primo controllo che si deve eseguire, prima di collegarla alla scheda di logica/memoria realizzata in precedenza, è un'attenta ispezione visiva.
Lo scopo di questa operazione è quella di verificare, in modo non distruttivo, la presenza di eventuali cortocircuiti, saldature dimenticate, saldature fredde o componenti non montati correttamente.

É ovvio che l'alternativa a questa verifica è l'immediato collegamento della scheda all'alimentazione, con i conseguenti possibili danni che potreb-

Esempio di collegamento dei relè alla scheda

Dettaglio delle morsettiere di collegamento con l'uscita commutata a 220 V

bero derivare da un errore non identificato.

Non si ritiene necessario descrivere il metodo per individuare eventuali cortocircuiti, poiché i lettori sono certamente in grado di riconoscerli in modo immediato; i problemi che possono provocare sono di vario tipo, ma sempre molto pericolosi sia per il circuito che per l'utilizzatore. Per quanto riguarda le saldature fredde, si può dire che sono facilmente rilevabili a causa del loro aspetto ruvido e opaco (in pratica lo stagno che ricopre il punto di saldatura manca di brillantezza); i loro effetti possono essere ancor più difficili da gestire rispetto a quelli che derivano da un cortocircuito.

Elenco componenti

Resistenze

R1÷R12 = 1,2 kΩ

R13÷R18 = 10 kΩ

R19÷R24 = 1 kΩ

Semiconduttori

Q1÷Q6 = BC547

IC1÷IC3 = TLP525G-2

D1÷D6 = diodi LED 3 mm rossi

Varie

1 striscia doppia di terminali (2x15)

7 connettori a vite per c.s.

20 cm di flat cable a 16 conduttori

2 connettori a crimpare femmina 16 pin

4 terminali femmina a saldare

24 terminali torniti per zoccoli

1 commutatore 1 via 4 posizioni

20 cm di cavo a 4 conduttori

1 Circuito stampato PC10193V546

Un'altra operazione importante è quella di verificare la presenza delle saldature su entrambe le facce dello stampato nei punti in cui sono previste. Questo controllo non sarebbe necessario se la scheda avesse i fori metallizzati, ma in questo caso diventa di estrema importanza.

Dopo aver ricontrollato attentamente la scheda si può procedere in modo intuivo alla verifica del suo corretto funzionamento. Per questa operazione non è necessario collegare l'alimentazione a 220 V; è infatti sufficiente alimentare dall'esterno la scheda con i 12 V (morsettiera CN3). Con questa alimentazione in corrente continua collegata si possono attivare in modo manuale i sei canali presenti sulla scheda di potenza.

Per ottenere ciò è sufficiente collegare alternativamente i segnali di 0 e 5 V sulle sei linee di ingresso di controllo della scheda (le stesse che successivamente saranno gestite dalla scheda di logica/memoria). Queste linee sono presenti sul connettore CN1, e corrispondono ai terminali 1, 3, 5, 7 , 9 e 11. Applicando in modo manuale i segnali di controllo si ottiene come risultato che il transistor del canale corrispondente commuta; si può verificare immediatamente se ciò avviene effettivamente osservando se il diodo LED associato a questo canale si accende, in quanto risulta collegato a massa attraverso il transistor stesso.

É logico supporre che se il fotoaccoppiatore è montato correttamente il segnale emesso dal diodo interno attiva la giunzione del triac di uscita, e questo a sua volta agisce allo stesso modo sul triac di potenza (TIC226 o equivalente).

Se si desidera eseguire ancora una ulteriore verifica, è possibile misurare sui terminali di CN2 la presenza/assenza dell'alimentazione a + 12 V che deriva dagli stadi di controllo.

I terminali interessati sono quelli dall'1 al 6. In funzione di come vengono commutati gli ingressi su CN1 si ottengono i segnali di attivazione corrispondenti sulle uscite di controllo dell'interfaccia a relè.

L'ultima operazione, dopo che si è controllata e verificata la scheda, è il suo collegamento alla scheda logica.

Il controllo tramite software del gruppo completo sarà oggetto del prossimo capitolo.

Il commutatore deve essere prima cablato e poi collegato al rispettivo connettore